

# Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan

Irma Handayani<sup>1</sup>, Alimudin<sup>2</sup>, Suhendar<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro FT. UNTIRTA Cilegon, Indonesia

Jl. Jenderal Sudirman KM 03. Kampus Fakultas Teknik UNTIRTA, Cilogen, Banten

<sup>1</sup>holanho\_naboi@yahoo.com, <sup>2</sup>alimudyuntirta@yahoo.co.id, <sup>3</sup>rairaka246@yahoo.co.id

**Abstrak**--Studi tentang prediksi ( peramalan ) beban listrik dalam ating kelistrikan di Indonesia dapat dilakukan dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) – backpropagation. Ramalan beban listrik 5 tahun yang akan ating sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter, khususnya untuk wilayah Jakarta utara. Dalam studi ini dipilih data yang diperkirakan mempengaruhi prediksi ( peramalan ) beban tenaga listrik untuk 5 tahun yang akan ating, yang dalam hal ini menjadi data masukan JST, yaitu: PDRB, Jumlah Penduduk, Jumlah kepala Rumah tangga, Jumlah konsumen pelanggan Listrik, Daya Tersambung, Jumlah Industri besar dan Kecil, Temperatur. Data yang dipergunakan untuk pembelajaran adalah data sebenarnya (actual data), mulai tahun 2000 sampai dengan 2009. Pada penelitian ini, prosedur yang digunakan, yaitu perumusan masalah, pengumpulan data dan analisis data yang terdiri dari perancangan model peramalan Beban Jangka Pendek menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation yang digunakan untuk memprediksi beban puncak dari 2010 sampai tahun 2014. maka hasil peramalan tahun 2010 sebesar 614.670,384 MW, tahun 2011 sebesar 642.382,208 MW, pada tahun 2012 sebesar 817,602.5 MW, tahun 2013 sebesar 7,007.28 MW, dan pada tahun 2014 sebesar 648,365.808 MW

**Kata Kunci:** Peramalan Beban Listrik, Jaringan Syaraf Tiruan, Back propogation

**Abstract**--Studi about load forecasting on power system in Indonesia get by use of been done Artificial neural Network (ANN) – backpropagation. Forecasting load for 5 next years really been regarded by severally parameters, notably for north Jakarta region. In these data studi that presumed regards to load predict (forecasting) for 5 next years, one that in such event as ANN entry data, which is: PDRB, Population, Total Family head, Total Electric customer consumer, Energy most interlocking, Total Industry outgrows and little, and Temperature. Used to data learning is data actually (real data), beginning 2000 until 2009. On this research, procedure that is utilized, which is problem formulation, data collecting and analisis is consisting of data load forecasting Shorting-range to utilize backpropagation's Artifial Neural Network. Of count result by use of backpropagation's Artificial Neural Network to predict top load of 2010 until years 2014. Therefore load forecasting result for 2010 is 614.670,384 MW, in 2011 is 642.382,208 MW, on year 2012 is 817,602. 5 MW, year 2013 is 7,007. 28 MW, and on year 2014 is 648,365. 808 MW.

**Keyword:** Electric Load Forecasting, Neural Networks, Backpropogation.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Listrik merupakan bentuk energi yang mengalir melalui jaringan kabel dan merupakan bentuk energi yang paling penting bagi manusia saat ini. Semakin bertambahnya konsumsi listrik perkapita di seluruh dunia mengindikasikan adanya kenaikan standar kehidupan manusia. Listrik dapat membantu manusia melakukan berbagai aktivitas sehari – hari. pemanfaatan secara optimum energi listrik ini oleh masyarakat dapat dibantu dengan manajemen sistem distribusi yang efektif. (5)

Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting bahkan merupakan suatu parameter untuk mendukung keberhasilan pembangunan suatu daerah. Pengelolaan sumber daya energi listrik yang tepat dan terarah dengan jelas akan menjadi potensi yang dimiliki suatu daerah berkembang dan dimanfaatkan secara optimal. Ketersediaan energi listrik yang memadai dan tepat sasaran akan memacu perkembangan pembangunan daerah seperti sektor industri, komersil, pelayanan publik dan bahkan kualitas hidup masyarakat dengan semakin banyaknya warga yang menikmati energi listrik. Kemudian secara langsung maupun secara

tidak langsung, hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Atas dasar pertimbangan untuk pemenuhan energi listrik, maka kebutuhan listrik pada tahun mendatang terlebih dahulu diperkirakan besar daya listrik yang diperlukan konsumen sebelum dibangun pusat – pusat pembangkit tenaga listrik. Untuk itulah peramalan listrik perlu dibuat sesuai pedoman dalam merencanakan industri listrik di masa yang akan datang.

Oleh karena itu penulis menggunakan aplikasi dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan pembelajaran Backpropagation. Keuntungan yang didapatkan dari hasil pembuatan sistem ini adalah kemampuan penyedia listrik untuk memprediksikan kebutuhan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan konsumen listrik. Karakteristik beban hari libur berbeda dengan beban biasa. Ketidakpastian beban ini, jika tidak diperkirakan, akan sangat mempengaruhi operasi unit-unit gardu yang ada. Pada penelitian ini diusulkan peramalan dengan metode artificial neural network. Kelebihan metode ini dapat dengan mudah memformulasikan pengalaman dan pengetahuan peramal dan sangat fleksibel.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah “Mengetahui seberapa besar kebutuhan beban listrik di wilayah Jakarta utara untuk 5 tahun yang akan datang dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan pada algoritma backpropagation”.

**1.2 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui kemampuan Jaringan syaraf tiruan dengan metode backpropogation dalam memprediksi beban tenaga listrik di wilayah Jakarta utara selama 5 tahun.
2. Dapat mengetahui seberapa besar kesalahan kemampuan prediksi Jaringan syaraf tiruan dengan metode pembelajaran backpropogation.
3. Dapat menganalisa dan mengetahui kebutuhan energi listrik khususnya di wilayah Jakarta utara dalam jangka 5 tahun ke depan dengan Jaringan syaraf tiruan.

**II. LANDASAN TEORI**

**2.1.1 Jaringan Syaraf Tiruan**

Jaringan syaraf (Neural Network) dimotivasi dari persepsi bahwa otak manusia sangatlah berbeda dengan komputer digital konvensional. Otak manusia adalah sebuah komputer yang kompleks, nonlinear dan paralel ( sistem pemrosesan informasi ). Otak manusia memiliki kemampuan untuk komputasi tertentu seperti pengenalan bentuk, persepsi, dan kontrol motor melalui konstituent struktural yang dimiliki, yang dikenal sebagai neuron. Dimana melalui neuron inilah pemrosesan komputasi tersebut lebih cepat dari komputer tercepat yang ada sampai saat ini. (Simon Haykin, 1994) (1)

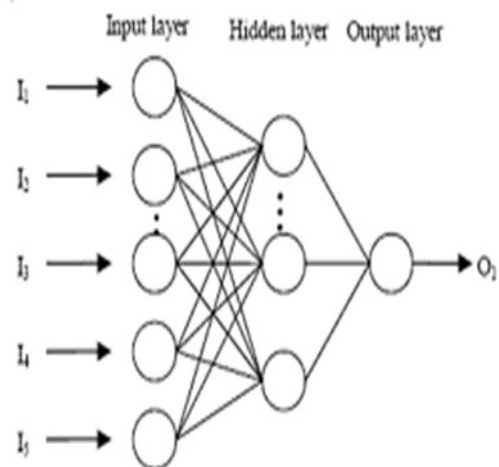
Oleh karena itu, menurut Fausett, Jaringan Syaraf Tiruan (JST), Artificial Neural Network (ANN) dikembangkan berdasarkan generalisasi model matematis dari kesadaran manusia atau syaraf biologis berdasarkan asumsi sebagai berikut : (3)

1. Proses informasi terjadi pada banyak elemen sederhana yang dikenal dengan neuron.
2. Sinyal melewati neuron melalui link koneksi.
3. Setiap link koneksi memiliki bobot sendiri, dimana neural net umum , mengalikan dengan sinyal yang ditransmisikannya.
4. Setiap neuron diaplikasikan ke dalam fungsi aktivasi (biasanya non linear) terhadap net inputnya (jumlah dari bobot sinyal input) untuk menentukan sinyal outputnya. (3)

**2.1.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan**

Operasional Jaringan Syaraf Tiruan dapat dinyatakan dalam beberapa lapisan yang antara lain:

1. Lapisan masukan (input layer): pada lapisan ini berfungsi untuk menampung dan menyebarkan sinyal yang ada ke lapisan berikutnya.
2. Lapisan tersembunyi atau lapisan dalam (hidden layer ): lapisan ini berada di antara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Lapisan ini berfungsi mengolah sinyal yang ada dalam bentuk fungsi transformasi neuron.
3. Lapisan keluaran (output layer): Sebagai lapisan pengeluaran hasil operasi Jaringan Syaraf Tiruan. (7)



Gambar 2.1 Blok Diagram Algoritma BackPropagation

**Metode Backpropagation**

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur ( backward ). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju ( forward propagation ) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat didiferensiasikan. (13)

**2.2 Kajian Pustaka**

Penelitian ini dilakukan dengan mengacu beberapa penelitian sebelumnya yaitu :

1. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Panjang Pada Sistem Kelistrikan Di Indonesia ( Arif Heru Kuncoro Dan Rinaldy Dalimi , UI, 2005 )
2. Peramalan Kebutuhan Beban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan ( Dinar Artika Sari , UNDIP,2007 )
3. Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan ( Siana Halim dan A.M.Wibisono , Universitas Kristen Petra )
4. Peramalan Beban Tenaga Listrik di PT.PLN pada Wilayah Kota Tangerang Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropogation ( Indah Noviani , TE 2005 )

Sedangkan Penelitian ini dilakukan di tempat penelitian yang berbeda yaitu di PT.PLN Jakarta, khususnya di APJ Jakarta Utara, dan dengan parameter-parameter yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya.

**III. METODELOGI PENELITIAN**

**Pemilihan Metode Peramalan Kebutuhan Tenaga Listrik**

Metode yang digunakan adalah metode Jaringan Syaraf Tiruan yang menggunakan pembelajaran backpropagation. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan pembelajaran backpropagation merupakan metode yang bagus serta cocok yang dapat menemukan hubungan non-linear antara beban dan faktor-faktor ekonomi yang bervariasi dan faktor-faktor lainnya, serta dapat melakukan penyesuaian terhadap perubahan-perubahan yang terjadi. (3)

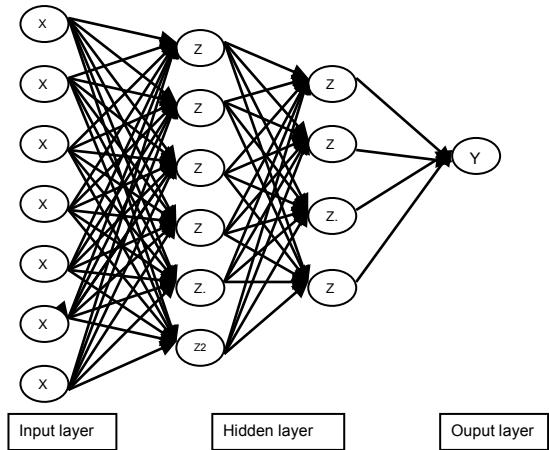
**Diagram Alir Proses Peramalan Kebutuhan Tenaga Listrik**

Proses peramalan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mulai.
2. Mengumpulkan data statistik masa lalu.
3. Menganalisa data tersebut dan mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh secara statistik terhadap kelompok.
4. Mencari model matematis yang menyatakan hubungan antara peubah yang diestimasi. Dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dengan pembelajaran back propagation.
5. Menetapkan model dengan uji statistik yang paling signifikan (bahasa lain).

6. Mendapatkan hasil ramalan.

**3.3 Arsitektur Jaringan**



**IV. Hasil dan Pembahasan**

**4.1 Data Pelatihan**

Pembuatan struktur dari ANN ke dalam program harus diatur terlebih dahulu, dalam hal ini pengaturannya adalah dengan memasukan 560 data maka berarti terdapat sekitar 7 neuron sebagai input, penentuan banyaknya hidden layer ini berdasarkan pada trial dan error agar didapatkan jaringan yang terbaik dan sesuai untuk pelatihan data peramalan beban tenaga listrik ini.

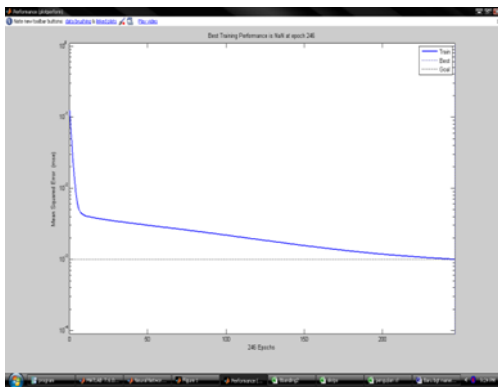
Beberapa parameter pelatihan yang diatur sebelum program pelatihan dijalankan agar diperoleh hasil yang optimal, parameter tersebut antara lain:

1. net.trainParam.show: dipakai untuk menampilkan frekuensi perubahan mse (default: setiap 25 epochs), pada program yang dibuat frekuensi perubahannya setiap 50 epoch.
2. net.trainParam.epochs : dipakai untuk menentukan jumlah epoch maksimum pelatihan (default: 100 epochs), pada program yang dibuat untuk pelatihan pertama maksimum 20000 epochs.
3. net.trainParam.goal: dipakai untuk menentukan batas nilai mse agar iterasi dihentikan. Iterasi akan dihentikan jika mse lebih kecil dari batas yang ditentukan dalam net.trainParam.goal atau jumlah epoch mencapai batas yang ditentukan dalam net.trainParam.epochs. Pada program pelatihan yang dijalankan, untuk pelatihan pertama iterasi berhenti pada epoch yang kecil dan diperoleh nilai mse yang diinginkan yaitu sebesar 1.10-3. Karena pada pelatihan pertama jaringan telah mencapai nilai mse yang ditentukan, maka pelatihan kedua tidak dilakukan.
4. net.trainParam.lr : dipakai untuk menentukan laju pemahaman ( $\alpha$  = learning rate). Default = 0.01. Semakin besar nilai  $\alpha$ , semakin cepat pula proses pelatihan. Akan tetapi jika  $\alpha$  terlalu besar, maka algoritma menjadi tidak stabil dan mencapai titik

minimum lokal. Untuk pelatihan pertama nilai learning rate yang ditentukan sebesar 0.001. ( 3 )

Data pelatihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang baik, namun aspek pembagian data harus ditekankan agar jaringan mendapat data pelatihan yang secukupnya. Bilangan data yang kurang untuk proses pelatihan akan menyebabkan jaringan mungkin tidak dapat mempelajari taburan data dengan baik. Sebaliknya, data yang terlalu banyak untuk proses pelatihan akan melambatkan poses pemusatan (konvergensi). Masalah overtraining (data pelatihan yang berlebihan) akan menyebabkan jaringan cenderung untuk menghafal data yang dimasukan daripada mengeneralisasi.

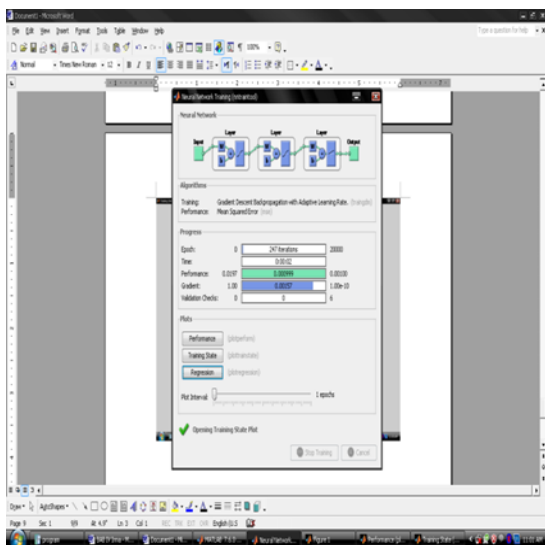
Pada gambar dibawah ini merupakan hasil dari pelatihan terbaik:



Gambar 4.1 Grafik Performance Pelatihan Beban Puncak Jangka Pendek

### 4.2 Hasil Pelatihan JST Back Propagation

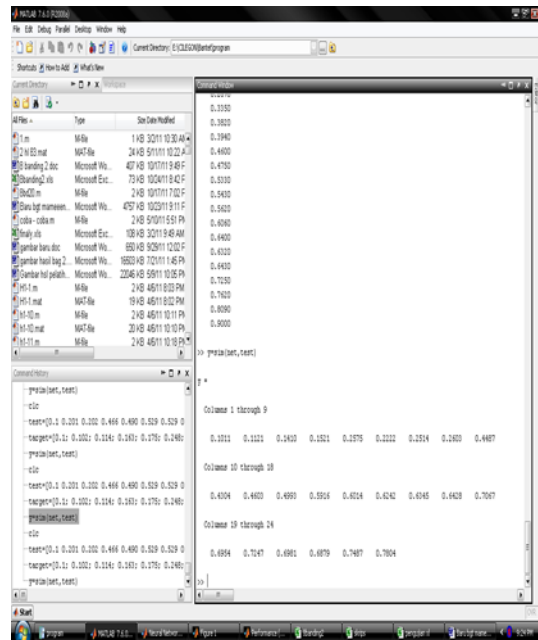
Program JST backpropagation untuk peramalan beban tenaga listrik menggunakan 7 data input dan 1 data target. Terdiri dari 7 unit masukan dan dua layer pada hidden layer, dan 1 unit pada layer keluaran. Fungsi aktivasi dari unit masukan ke hidden layer adalah sigmoid biner.



Gambar 4.12 ‘best training dan gardient’ pada tabel no 4 , 2 lapisan tersembunyi 20 dan 5 , dengan learning rate 0.6 dan 0.3 dengan fungsi aktivasi tansig, logsig , logsi

Pada pelatihan dengan iterasi terbaik dengan kondisi tanpa isolasi menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner ( logsig ) dan sigmoid bipolar ( tansig ) , Sigmoid biner dengan range 0 sampai 1 sedangkan sigmoid bipolar dengan range 1 sampai -1 . kedua fungsi aktivasi ini biasa digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang dilatih dengan menggunakan metode backpropogation. Fungsi aktivasi identitas menghasilkan nilai MSE yang hampir mencapai target . ini dipengaruhi karena masukan dari fungsi aktivasi sama dengan keluarannya.

### 4.3 Hasil Pengujian JST BackPropagation



Tabel perbandingan dan error yang di dapat pada peramalan beban Tenaga listrik :

Data	Aktual	Prediksi	Standar Deviasi (STDEV)
1.	0.1	0.101	0.00714
2.	0.102	0.112	0.00700
3.	0.114	0.141	0.01902
4.	0.163	0.152	0.00770
5.	0.175	0.156	0.01434
6.	0.248	0.222	0.01830
7.	0.245	0.251	0.00421
8.	0.287	0.26	0.01901
9.	0.335	0.448	0.07990
10.	0.382	0.43	0.03391
11.	0.394	0.46	0.04660
12.	0.46	0.499	0.02752
13.	0.475	0.5916	0.08231
14.	0.533	0.6014	0.04812
15.	0.543	0.624	0.05721
16.	0.563	0.634	0.05022
17.	0.606	0.624	0.01272
18.	0.64	0.706	0.04666
19.	0.632	0.695	0.04451
20.	0.643	0.724	0.05727
21.	0.725	0.698	0.01909
22.	0.762	0.687	0.05303
23.	0.809	0.748	0.04313
24.	0.9	0.7804	0.01414

4.4 Hasil peramalan beban puncak

Data-data historis beban puncak diambil selama 10(sepuluh) tahun, yaitu beban pada hari libur di PT. PLN Jakarta Raya. Epochs maksimal yang digunakan adalah 20000 dengan goal 1.10-3 dan learning rate 0,001.

Pada tabel dibawah ini merupakan hasil peramalan untuk beban puncak selama 5 tahun selengkapnya adalah sebagai berikut :

NO.	Tahun	Beban Puncak ( A )
1.	2010	38,416.899
2.	2011	40,148.888
3.	2012	40,880,125
4.	2013	41,437.955
5.	2014	40,522.863

Dari hasil data peramalan tersebut maka dapat dikatakan jaringan mampu mempelajari taburan data sebanyak 560 pola data yang digunakan begitu juga jaringan mampu mempelajari taburan data dengan baik berdasarkan 140 data yang digunakan. Jaringan juga mampu menemukan jawaban terbaik sehingga mampu meminimalkan fungsi biaya. Dalam hal ini jawaban yang dimaksud adalah hasil prediksi atau hasil peramalan di 5 tahun mendatang , dimana ini berguna untuk mengetahui beban puncak pada tahun mendatang ,sehingga dapat mengetahui berapa banyak energi yang akan terpakai.

V. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pelatihan dan pengujian pada permalan beban puncak pada tahun 2010 – 2014 dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut:

1. prediksi beban puncak jangka pendek dari tahun 2010 -2014 di UPJ Jakarta Utara dapat dilakukan dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan backpropogation.
2. Jaringan sangat baik dalam melakukan klasifikasi pola terhadap data pelatihan yang berjumlah 560 pola data dan pada pengujian sebanyak 140 pola data. Atau dapat dikatakan 80% dari total data digunakan untuk pelatihan sedangkan sisanya 20 % dari total data digunakan untuk proses pengujian.
3. penggunaan metode pembelajaran backpropogation sangat cocok pada penelitian ini, namun metode ini ternyata memiliki kelemahan yakni proses pelatihan memerlukan waktu yang lama karena banyak membutuhkan banyak iterasi sampai mencapai keadaan stabil.
4. Dari data pelatihan didapatkan perbandingan error antara actual atau dalam hal ini dimaksud data PLN dengan data prediksi atau yang dimaksud dengan data hari yang diberikan jaringan , dimana error tidak besar atau hasilnya mendekati data actual ( target ).
5. Jaringan Syaraf Tiruan dapat menciptakan suatu pola pengetahuan melalui pengaturan diri atau kemampuan belajar ( self organizing ).

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fausett, Laurence, Fundamental of Neural Network, Prencinte-hall,NJ, 2004
- [2] Semarang, Dinar Atika Sari Peramalan kebutuhan Beban Jangka Pendek menggunakan Jaringan syaraf Tiruan Bacpropogation, 2008
- [3] Kusumadewi, Sri, (2004), Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab & Excel Link, Graha Ilmu.
- [4] Djiteng M,(2005), Pembangkitan energi Listrik.jakarta, Erlangga
- [5] A Hadi, Pabla AS,1999).Distribusi Daya Listrik.Jakarta.Penerbit Elangga
- [6] Kadir , A, Ditribusi dan Utilasi Tenaga Listrik.Jakarta, Universitas Indonesia,2000.p.124
- [7] Purnomo Hery Mauridhi, 2006, Supervised Neural Networks, Jakarta.Graha Ilmu
- [8] Katalog Badan Pusat Statistik, 2000-2009.Jakarta Dalam Angka..
- [9] Katalog Badan Pusat Statistik, 2000-2009.Jakarta Utara Dalam Angka.

- 
- [10] J\_j\_siang,( 2004 ),jaringan syaraf tiruan dan pemogramannya menggunakan matlab. Yogyakarta.
  - [11] Anonim, statistik PLN 2005/2009. PT.PLN (Persero), Jakarta
  - [12] Suswanto Daman (2005), Sistem Distribusi Lstrik.Jakarta
  - [13] Yani Eli , ( 2005 ).Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan.
  - [14] Pasini.J Anhtony. Guide to Electrical Power Distribution System
  - [15] William D Stevenson,Jr. (1983).Analisis Sistem Tenaga Listrik.Jakarta,Erlangga.